

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2003 年 10 月 16 日 (16.10.2003)

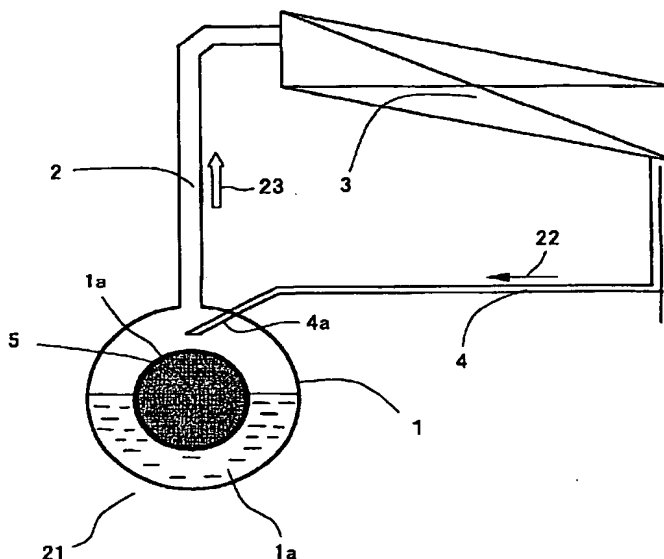
PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/085345 A1

- (51) 国際特許分類⁷: F28D 15/02, F25D 11/00 (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 張 恒良 (ZHANG,Hengliang) [CN/JP]; 〒 635-0086 奈良県大和高田市 南本町 7-2-404 Nara (JP). 陳 煒 (CHEN,Wei) [CN/JP]; 〒 631-0816 奈良県 奈良市 西大寺本町 2-16-606 Nara (JP). 増田 雅昭 (MASUDA,Masaaki) [JP/JP]; 〒 636-0303 奈良県 磯城郡 田原本町 保津 96 Nara (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/04399
- (22) 国際出願日: 2003 年 4 月 7 日 (07.04.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (74) 代理人: 深見 久郎, 外 (FUKAMI,Hisao et al.); 〒 530-0054 大阪府 大阪市 北区南森町 2 丁目 1 番 29 号 三井住友銀行南森町ビル 深見特許事務所 Osaka (JP).
- (30) 優先権データ:
特願 2002-104896 2002 年 4 月 8 日 (08.04.2002) JP
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, [続葉有]
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): シャープ株式会社 (SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒 545-8522 大阪府 大阪市 阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 Osaka (JP).

(54) Title: LOOP-TYPE THERMOSIPHON AND STIRLING REFRIGERATOR

(54) 発明の名称: ループ型サーモサイホンおよびスターリング冷蔵庫



(57) Abstract: A loop-type thermosiphon that is operable stably independently of fluctuation in thermal load, and a Stirling refrigerator using the loop-type thermosiphon. A loop-type thermosiphon where heat is carried by a working fluid from a high temperature heat source (5) has a heat absorption unit (1a), an evaporator (1) that takes away heat from the high temperature heat source through the heat absorption unit and evaporates the working fluid, a condenser (3) located at a higher place than the high temperature heat source and condenses the working fluid evaporated in the evaporator, and pipes (2, 4) inter connecting the evaporator and the condenser so as to form a loop. The working fluid (22) passed through the condenser (3) is brought into contact with the heat absorption unit (1a) before the fluid is stayed in a liquid container (21) for the working fluid so that heat exchange is carried out.

[続葉有]



TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 熱負荷の変動にかかわらず安定に作動できるループ型サーモサイホンおよびループ型サーモサイホンを用いたスターリング冷蔵庫を提供する。作動流体により高温熱源 (5) から熱を搬送するループ型サーモサイホンにおいて、吸熱部 (1 a) を有し、その吸熱部を介して高温熱源から熱を奪い作動流体を蒸発させる蒸発器 (1) と、高温熱源より高い位置に位置し、蒸発器で蒸発した作動流体を凝縮させる凝縮器 (3) と、ループを形成するように蒸発器と凝縮器とを接続する配管 (2, 4) とを備え、凝縮器 (3) を経た作動流体 (2 2) を、蒸発器の作動流体の液溜まり (2 1) に溜まる前に吸熱部 (1 a) に接触させて熱交換させる。

明細書

ループ型サーモサイホンおよびスターリング冷蔵庫

5 技術分野

本発明は、ループ型サーモサイホンおよびそのループ型サーモサイホンを用いたスターリング冷蔵庫に関するものである。

背景技術

10 発熱機器や電子冷却素子などの冷却に、ヒートシンク、ヒートパイプ、サーモサイホン等が用いられている。ヒートシンクは熱源を取り付けたヒートシンクのベース部に温度分布ができるため、熱源から離れれば離れるほど、放熱に寄与しなくなる。ヒートパイプまたはサーモサイホンは、熱搬送能力が高く、熱源から離れたところまで熱を伝達しても温度変化が小さい特徴がある。

15 しかし、ヒートパイプは、作動流体の蒸気と液の流れが同じ管内にて行われるので、伝熱量が大きい場合には、必要な本数が増える。たとえば、外径15.8 mm、長さ300 mmのヒートパイプでは、温度差を5℃とすると、伝熱量が100 W程度となる。また、最終的に熱を大気環境に放出する必要がある場合、空気の熱伝達率が低いため、空気との熱交換にはヒートパイプの凝縮部に大きな伝熱面積をもつものを設けなければならない。同様に、重力によって液が蒸発部まで戻る管状サーモサイホンも同じ特徴を持つ。

20 一方、ループ型サーモサイホンも重力によって凝縮器で凝縮した液が蒸発器に戻る構造を有する。しかし、凝縮器の形状と大きさは、凝縮器の冷却手段に合わせて設計できるだけでなく、また蒸発器も熱源の形状と大きさに合わせて設計できる。このため、ほとんどの場合は凝縮器と蒸発器とを接続するガス管と液管との二本のパイプで済ませることができる。もちろん、凝縮器を蒸発器より高い位置に設置する必要がある。

25 しかしながら、ループ型サーモサイホンは、封入する作動流体の種類によって、または熱負荷がある範囲において変動する場合、循環流量が安定しにくく、熱源

の温度が激しく変動することが多い。周知のように、C F C（特定フロン）およびH C F C系冷媒が冷却機器の作動流体や二次作動流体として使われてきたが、C F C系冷媒がすでに全廃されており、H C F C系冷媒もオゾン層保護の国際条約に規制されている。また、新しく開発されたH F C系冷媒は、オゾン層を破壊しないが、地球温暖化係数が二酸化炭素の数百から数千倍以上という強力な温暖化物質であり、排出規制の対象となっている。したがって、ループ型サーモサイホンの作動流体としても、環境保護の視点から選択できる冷媒の種類が限られてきている。環境に優しいいわゆる自然冷媒は、たとえば、H C系冷媒、アンモニア、二酸化炭素、水、エタノールなどの媒質およびこれらの混合物が挙げられる。

従来のループ型サーモサイホンは、図5に示すように、蒸発器101、凝縮器103、気液分離タンク106を配管102、104により接続して構成されている。熱源105は蒸発器101の中で冷却される。凝縮器103は蒸発器101より高い位置に設けられ、凝縮器103で液化した作動流体は、凝縮器と蒸発器の間に設けた気液分離タンク106で気液分離される。作動流体の液は、重力によって配管104を通り、蒸発器101の下部から蒸発器に導入される。さらに、熱源から熱を奪った作動流体は蒸発器101で気化し、作動流体の蒸気は蒸発器と凝縮器との間の蒸気圧力差により配管102を通過して凝縮器103に導入される。ほとんどの場合は、熱源の形状に合わせて蒸発器101を設計する。図5において、気液分離タンク106は必ずしも必要なものではない。

また、スターリング冷凍機の高温部の冷却には、ポンプを使った二次冷媒の液による方法が特開平11-223404号公報に開示されている。

しかしながら、従来のループ型サーモサイホンは、作動流体の循環流量が不安定になりやすく、これにより熱源の温度が変動する欠点があった。とくに、設計の目標負荷から離れた負荷で運転すると、熱源の温度が激しく変動することが多い。熱源の温度が激しく変動すると、熱源機器の性能が不安定になるだけでなく、熱源機器にダメージを与えることもある。

ここで、ループ型サーモサイホンを、たとえばスターリング冷凍機の高温部の冷却に利用し、このスターリング冷凍機を冷蔵庫に搭載する場合を想定する。周知のように、冷蔵庫の熱負荷は季節により変動する。冷蔵庫の熱負荷が変動する

と、スターリング冷凍機の高温部の放熱量も変わる。ループ型サーモサイホンには変動する熱負荷での不安定な作動がよく見られる。このような場合、スターリング冷凍機の高温部の温度が激しく変動すると、スターリング冷凍機のCOP (Coefficient of Performance)が変動するだけではすまない。高温部の温度が高すぎると、スターリング冷凍機の再生器が壊れることもある。

図6に示すのは、円柱状の形状を有する熱源を冷却する従来のループ型サーモサイホンの蒸発器である。この蒸発器101は円柱状の熱源105を冷やすため環状の形をしており、円柱状の熱源105は蒸発器の孔部に嵌め込んで蒸発器の孔の面と密着している。蒸発器の孔の面には、蒸発面積を増やすための内部フィン（図示せず）が設けられている。凝縮器からの液が蒸発器の下部から配管104を経て液溜まり121の中に流入し、気化した蒸気が蒸発器の上部から配管102を経て凝縮器へと流出する。

図6に示す蒸発器と配管構造とを用い、作動流体として水を封入したループ型サーモサイホンの実験運転における熱源温度の変化を図7に示す。熱源の発熱量が設計負荷の75%以下になると、図7に示したような熱源の温度変動が起こる。作動流体の封入量を変えても改善が認められなかった。

本発明は、熱負荷の変動が大きくても、高温熱源の温度を安定に維持することができるループ型サーモサイホンおよびそのループ型サーモサイホンを装備したスターリング冷蔵庫を提供することを目的とする。

発明の開示

本発明のループ型サーモサイホンは、作動流体を用いて高温熱源から熱を搬送するループ型サーモサイホンである。そのループ型サーモサイホンは、吸熱部を有し、その吸熱部を介して高温熱源から熱を奪い作動流体を蒸発させる蒸発器と、高温熱源よりも高い位置に位置し、蒸発器で蒸発した作動流体を凝縮させる凝縮器と、ループを形成するように蒸発器と凝縮器とを接続する配管とを備える。そして、凝縮器を経た作動流体を、蒸発器の作動流体の液溜まりに溜まる前に吸熱部に接触させる。

この構成により、冷却された作動流体がそのまま液溜まりに供給されずに吸熱

部で予熱された後に、上から重力作用で供給される。このため、液溜まりで流動が生じるし、また、液溜まりも含めた作動流体全体の蒸発が促進される。導入され、まず吸熱部で熱交換する作動流体の蒸発も確実に促進されることは言うまでもない。このため、高温熱源部の温度分布を均一化することができる。さらに、吸熱部などに付着した気泡の離脱を促進させることができる。このため、熱負荷の変動に対応して熱交換を行うことができ、高温熱源温度などを安定化することができる。

図面の簡単な説明

10 図 1 は、本発明の実施の形態 1 におけるループ型サーモサイホンの基本構成図である。

図 2 は、本発明の実施の形態 1 におけるループ型サーモサイホンの変形例を示す図である。

図 3 は、本発明の実施の形態 2 におけるスターリング冷蔵庫を示す図である。

15 図 4 は、本発明の実施の形態 3 におけるループ型サーモサイホンを用いた場合の熱源温度の安定度を示す図である。

図 5 は、一般的なループ型サーモサイホンの構成を示す図である。

図 6 は、従来のループ型サーモサイホンの蒸発器を示す図である。

20 図 7 は、従来のループ型サーモサイホンを用いた場合の熱源温度の変動を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について図面に基づいて説明する。

(実施の形態 1)

25 図 1 は、本発明の実施の形態 1 におけるループ型サーモサイホンの基本構成を説明する概念図である。図 1 に示すループ型サーモサイホンは、蒸発器 1、凝縮器 3、蒸発器 1 から凝縮器 3 にいたる配管であるガス管 2 と、凝縮器 3 から蒸発器 1 にいたる配管である液管 4 とから構成されている。本実施の形態においては、図 1 に示すように、冷却される高温熱源 5 が筒状の放熱面を有しているため、蒸

発器は熱源の筒状放熱面に合わせた同寸法の丸い孔を設けた環状の形をしている。さらに、接触熱抵抗を小さくする目的で蒸発器の孔の面を熱源 5 の筒状放熱面と密着させている。凝縮器 3 は、フィンチューブ型であり、管内を作動流体が流れ、管外では空気を流してその作動流体を冷却する。

- 5 凝縮器の作動流体パイプはパラレルフロー(Parallel Flow)型またはサーペンタイン(Serpentine)型のいずれでもよい。凝縮器を、ガスの導入口が凝縮した液の出口よりも高く、設置している。蒸発器 1 から凝縮器 3 にいたるガス管 2 は、凝縮器から蒸発器にいたる液管 4 より太いパイプを使用している。このためガス管 2 の流動抵抗は液管 4 の流動抵抗より小さくされている。これは、作動流体の逆流
- 10 や起動しにくさを防ぐためである。液管の管径は設計熱負荷と作動流体の熱物性に基づいて決めた。サーモサイホンを形成するために、凝縮器 3 を蒸発器 1 より位置的に高いところに配置している。

- 本実施の形態においては、作動流体として純水を封入した。凝縮器に液が溜まる可能な容積（たとえば、凝縮器出口のヘッダパイプ等）と、液管の容積と、蒸
- 15 発器容積との合計容積の $1/3 \sim 2/3$ を液で充満させ、さらに残った容積を作動温度における作動流体の飽和蒸気で充満させた作動流体の質量を封入量とする。この封入量により、作動流体の作動を円滑にすることができる。

- 作動に関しては、図 1 に示すように、蒸発器 1 で水が高温熱源 5 から熱を奪い、蒸発する。蒸発器 1 で蒸発した蒸気は、凝縮器 3 と蒸発器 1 との温度差による蒸
- 20 気圧の差を利用してガス管 2 を通って、凝縮器 3 に流入し、管外の空気に熱を奪われて凝縮する。凝縮器 3 で凝縮した液は、重力によって液管 4 を通って再び蒸発器 1 に戻る。このように、作動流体が循環し、蒸発器で吸熱して凝縮器で放熱する過程を繰り返す。

- 本発明の実施の形態の特徴の 1 つは、凝縮器からの液を蒸発器の下部から導入
- 25 する（図 5 参照）のではなく、図 1 に示すように、蒸発器の上部から導入することにある。図 4 および図 5 に示す従来のサーモサイホンの構成では、冷たい液が蒸発器の下部に補給される。このため、蒸発器に溜まっている液内の温度勾配による流れへの影響が小さく、蒸発促進にならない。蒸発器が設計熱負荷から離れた条件下で、とくに小さい熱負荷の条件下で作動すると、伝熱面に付着する気泡

の成長時間が長くなり、蒸発器にさらに液が溜まり、気泡は脱出しにくくなる。このように、従来のサーモサイホンは、作動流体の循環流量が変化し、または一時的に止まることにより、熱源に激しい温度変動が生じる（図 7 参照）。

図 1 に示す本実施の形態によるループ型サーモサイホンは、凝縮器からの液を蒸発器の上部から導入することにより、過冷却度を持った液がまず高温の吸熱部または図示していない内部フィンに落ちて予熱される。内部フィンは吸熱部に取
5 取り付けられ、蒸発器内に向けて形成される。このため、蒸発器に溜まっている液が蒸発しやすくなる。また、より冷たい液が蒸発器内の液面の上から入ることによって、密度の差による重力の力で下方へ移動しようとするから、蒸発器内の液が攪拌されて蒸発が促進し、伝熱面に付着している気泡が剥離して破泡しやすくなる。こうして、本実施の形態によるループ型サーモサイホンは、設計熱負荷か
10 ら離れた条件下でも、安定な熱源温度が得られる。

なお、図 1 に示すループ型サーモサイホンには気液分離タンクを設けていないが、図 2 に示すように凝縮器と蒸発器の間に気液分離タンク 6 を設けてもよい。
15 ただ、封入量を決定する際に、気液分離タンクの内容積を液管の一部と見なすべきである。気液分離タンクを設けることにより、ループ型サーモサイホンの安定な作動に効果があることがある。

作動流体の水に 60% 以下のエタノールを添加することで、作動や運送の許容環境温度を下げるができる。

（実施の形態 2）

図 3 は、ループ型サーモサイホンを搭載した本発明の実施の形態 2 におけるスターリング冷蔵庫の概念図である。図 3 のスターリング冷蔵庫は、冷蔵庫本体 1
9 に設けた、スターリング冷凍機、スターリング冷凍機の高温部の冷却に取り付けたループ型サーモサイホン、スターリング冷凍機の低温部の冷熱を庫内へ運ぶ
25 低温側熱交換システム、冷蔵庫本体などから構成されている。低温側熱交換システムは、ループ型サーモサイホンでもあるが、本実施の形態が対象としないループ型サーモサイホンである。

円柱状の高温部と低温部を有するスターリング冷凍機 11 を冷蔵庫背面に配置する。スターリング冷凍機の高温部 13 を冷却するループ型サーモサイホンの蒸

発器 1 を、スターリング冷凍機の高温部に取り付けて密着させる。また、凝縮器 3 を冷蔵庫本体の上に載せ、図 1 に示すようにパイプで蒸発器 1 と凝縮器 3 とを接続することで、本実施の形態によるループ型サーモサイホンを実装したスターリング冷凍機に搭載する。液管 4 は、蒸発器 1 に上部から差し込んでいる。作動流体として、純水、または純水とエタノールとの混合物を封入する。

低温側熱交換システムは、スターリング冷凍機の低温部 1 2 の冷熱を、二次冷媒を利用して冷蔵庫冷却器 1 5 で冷蔵庫内へ提供する。冷蔵庫冷却器 1 5 を庫内冷気ダクト内に設けている。

スターリング冷凍機 1 1 が稼動すると、スターリング冷凍機の高温部 1 3 の温度が上がり、蒸発器 1 で作動流体が加熱されて蒸発し、ガス管 2 を通って凝縮器 3 に流入する。同時にファン 7 の回転により庫外の空気が導入され、蒸発器 1 からの作動流体ガスが凝縮器 3 で冷やされて凝縮する。凝縮器 3 で液化した作動流体が重力によって液管 4 および導入管 4 a を通って蒸発器 1 に戻る。この液化した作動流体が蒸発器 1 に戻る際に、蒸発器の吸熱部 1 a および／または内部フィン（図示せず）に接触して熱交換する。このように、作動流体の自然循環が行われ、スターリング冷凍機 1 1 の熱が庫外の空気に伝達される。

スターリング冷凍機 1 1 の運転により低温部 1 2 の温度が下がり、この低温部を流れる熱交換システムの二次冷媒が熱を奪われる。一方、この低温側熱交換システムの二次冷媒は、冷却ファン 1 6 の回転により冷蔵庫冷却器で庫内空気から吸熱する。冷却ファンの上には、ダンパー 1 7 が配置されている。この実施例においては、低温側熱交換システムの二次冷媒は重力によって自然循環する。もちろん、ポンプによる循環手段でもよい。このように、スターリング冷凍機 1 1 の冷熱が庫内の空気へ連続的に提供される。

また、冷蔵庫冷却器 1 5 の除霜によりできたドレン水がドレン水排出口 1 8 から排出される。

（実施の形態 3）

図 4 は、本発明の実施の形態 3 におけるループ型サーモサイホンを用いた場合の高温熱源の温度変動を示す図である。本実施の形態におけるループ型サーモサイホンは、図 6 に示す従来のループ型サーモサイホンにおける蒸発器への液の戻

り方を、変えただけの装置である。すなわち、凝縮された作動流体を、直接、液溜まりに導入しないで、液溜まりに接触していない吸熱部に接触するように戻す構成とした。

図 4 に示す高温熱源温度の時間経過は、従来のループ型サーモサイホンと同様な熱負荷の条件下において得られた効果である。図 7 に示す従来のループ型サーモサイホンにおける熱源の大きな温度変動に比較して、安定した温度推移を得ることができる。

次に、上記本発明の実施の形態 1 ～ 3 にあげた例も含め、本発明の各実施の形態にけるループ型サーモサイホンおよび冷蔵庫の効能についてできるだけ多くの例を網羅的に説明する。

本発明の 1 実施の形態では、放熱面を有する高温熱源から熱を搬送するループ型サーモサイホンにおいて、高温熱源から熱を奪う蒸発器と、高温熱源の上方に配置した凝縮器と、ループを形成するように蒸発器と凝縮器を接続した配管を備え、作動流体を封入し、凝縮器からの作動流体の液を蒸発器へ導入する際に、吸熱部に滴下して熱交換させることにより、高温熱源の温度を安定に維持できるループ型サーモサイホンを提供することができる。

また、本発明の上記と異なる 1 実施の形態においては、前記ループ型サーモサイホンを構成する蒸発器内の吸熱部に内部フィンを設け、前記凝縮器で凝縮した作動流体の液を前記蒸発器の上部から、前記蒸発器内の吸熱部や内部フィンに落ちるように、前記蒸発器に導入する。蒸発器は箱状であってもよいし、半環状のものを組み合わせて環状とした構成でもよい。また、他の形状のものを組み合わせてもよい。吸熱部は高温熱源を装入するように筒状または孔状としてもよい。上記構成により、蒸発器内部で下半部ほど放熱量が大きい高温熱源の筒状放熱面の上半部からの熱を利用して作動流体の液を予熱することが実現でき、蒸発器の高温熱源の均温化かつ温度の安定化を得ることができる。

本発明の他の 1 実施の形態によるループ型サーモサイホンの構成では、蒸発器で蒸発した蒸気を凝縮器へ導くガス管の流動抵抗を、凝縮器で凝縮した液を蒸発器へ導く液管の流動抵抗より小さくする。この構成により、サーモサイホンに見られる作動流体の逆流や起動し難さを防ぐことができる。

また、本発明の上記以外の 1 実施の形態において、高温熱源から搬送する熱の量に応じ、搬送熱量が大きければ前記配管の流動抵抗を小さくし、搬送熱量が小さければ前記液管の流動抵抗を大きくするのがよい。この構成に基づいて、配管の直径を決定する方法を取れば、より安定な作動流体の循環流量が得られる。なお、上記の搬送熱量の大小の基準値として、たとえば設計負荷の 75% を採用することができる。すなわち、熱源の発熱量が設計負荷の 75% 以下の場合には上記配管の流動抵抗を大きくし、75% を超える場合には上記配管の流動抵抗を小さくする。他の基準値、たとえば設計負荷の 50% などの値を用いてもよい。

本発明の別の 1 実施の形態によるループ型サーモサイホンは、作動流体の封入量は、作動温度において凝縮器に液が溜まる可能な容積と液管（配管）の容積と蒸発器容積の $1/3 \sim 2/3$ を液で充満させ、さらに残った容積を作動温度における作動流体の飽和蒸気で充満させた作動流体の質量を封入量とすることができる。この構成により、作動流体の封入量による不具合を解消できる。

本発明のさらに別の 1 実施の形態によるループ型サーモサイホンは、炭酸ガス、水、ハイドロカーボンなどの自然冷媒を作動流体としており、環境にやさしい熱交換技術を提供できる。特に水を作動流体に用いることで、毒性や可燃性もなく、安全性の高いループ型サーモサイホンとなる。なお、60% 以下のエタノールを添加すれば、水を作動流体としたループ型サーモサイホンの作動可能な環境温度範囲を広げることができる。

上記本発明の上述のいずれかの 1 実施の形態のループ型サーモサイホンをを用いたスターリング冷凍機搭載の冷蔵庫において、上記ループ型サーモサイホンの蒸発器とスターリング冷凍機の高温部と熱交換させ、具体的には両者を密着させ、凝縮器を冷蔵庫のスターリング冷凍機の高温部より高いところに配置することができる。この構成により、スターリング冷蔵庫の熱負荷が変化しても、スターリング冷凍機が安定に作動でき、また作動流体が重力によって自然循環することでポンプが必要ではないから、信頼性と効率が高いという優れた効果を奏する。

上記の本発明の各実施の形態についてその効果を羅列して説明したが、本発明において、最も広い実施の形態のループ型サーモサイホンは、上記の各実施の形態の効果を備えなくてもよい。本発明の最も広い実施の形態のループ型サーモサイ

イホンは、熱源の負荷変動に対応して安定して動作する効果を有してさえいればよい。

- 5 上記において、本発明の実施の形態について説明を行ったが、上記に開示された本発明の実施の形態は、あくまで例示であって、本発明の範囲はこれら発明の実施の形態に限定されることはない。本発明の範囲は、特許請求の範囲の記載によって示され、さらに特許請求の範囲の記載と均等の意味および範囲内でのすべての変更を含むものである。

産業上の利用可能性

- 10 本発明によるループ型サーモサイホンは熱源の熱負荷の変動を吸収して、安定して動作することができる。このため、上記ループ型サーモサイホンは、たとえばフロンを用いず温暖化ガスの排出のないスターリング冷凍機を冷却装置として用いた冷蔵庫において、スターリング冷凍機の高温部の冷却に用いられ、年間を通して安定した冷凍性能の確保に寄与することが期待される。

請求の範囲

1. 作動流体（22, 23）を用いて高温熱源（5）から熱を搬送するループ型サーモサイホンにおいて、

5 吸熱部（1a）を有し、その吸熱部を介して前記高温熱源から熱を奪い前記作動流体を蒸発させる蒸発器（1）と、

前記高温熱源よりも高い位置に位置し、前記蒸発器で蒸発した作動流体（23）を凝縮させる凝縮器（3）と、

10 ループを形成するように前記蒸発器と前記凝縮器とを接続する配管（2, 4）とを備え、

前記凝縮器を経た作動流体（22）を、前記蒸発器の作動流体の液溜まり（21）に溜まる前に前記吸熱部（1a）に接触させることを特徴とする、ループ型サーモサイホン。

15 2. 前記蒸発器（1）は、前記高温熱源（5）を装着するように設けられた吸熱部（1a）を有し、前記凝縮器で凝縮した前記作動流体を前記蒸発器の上部から、前記蒸発器内の吸熱部に落ちるように導入したことを特徴とする、請求項1に記載のループ型サーモサイホン。

20 3. 前記蒸発器（1）で蒸発した作動流体（23）を前記凝縮器（3）へ導く前記配管（2）の流動抵抗を、前記凝縮器（3）で凝縮した作動流体（22）を前記蒸発器（1）へ導く前記配管（4）の流動抵抗より小さくすることを特徴とする、請求項1に記載のループ型サーモサイホン。

25 4. 前記高温熱源から搬送する熱の量に応じ、搬送熱量が大きければ前記凝縮器から前記蒸発器へいたる配管の流動抵抗を小さくし、搬送熱量が小さければ前記凝縮器から前記蒸発器へいたる配管の流動抵抗を大きくすることを特徴とする、請求項1に記載のループ型サーモサイホン。

5. 作動流体の封入量が、作動温度において、前記凝縮器に液が溜まる可能な容積と、配管の容積と、蒸発器容積との合計容積の $1/3 \sim 2/3$ を前記作動流体の液で充満させ、前記合計容積の残りの容積を前記作動流体の飽和蒸気で充満させる封入量であることを特徴とする、請求項1に記載のループ型サーモサイホン。

ン。

6. 作動流体として、自然冷媒を用いることを特徴とする請求項1に記載のループ型サーモサイホン。

5 7. 作動流体として、二酸化炭素、水、ハイドロカーボン、アンモニア、エタノールおよびこれらの混合物、のいずれかを用いることを特徴とする請求項1に記載のループ型サーモサイホン。

8. 作動流体として、エタノールを60%以下含む混合物を用いることを特徴とする請求項1に記載のループ型サーモサイホン。

10 9. スターリング冷凍機(11)を搭載した冷蔵庫であって、前記スターリング冷凍機は請求項1のループ型サーモサイホンを備え、前記蒸発器(1)を前記スターリング冷凍機の高温部(13)と熱交換させ、前記凝縮器(3)を前記高温部より高い位置に配置したことを特徴とする、スターリング冷蔵庫。

FIG.1

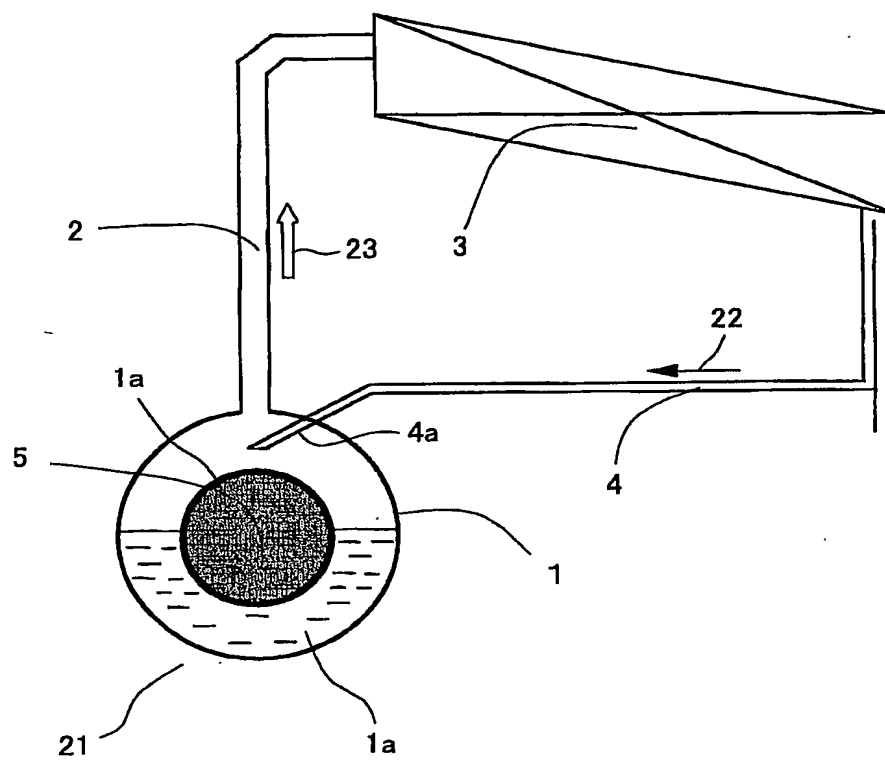


FIG.2

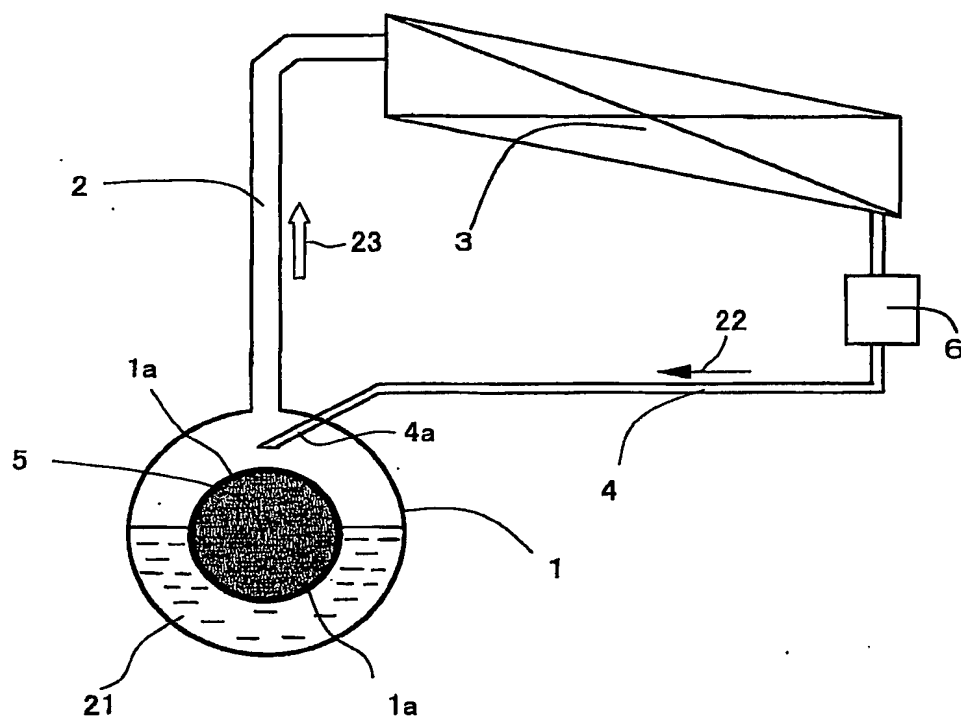


FIG.3

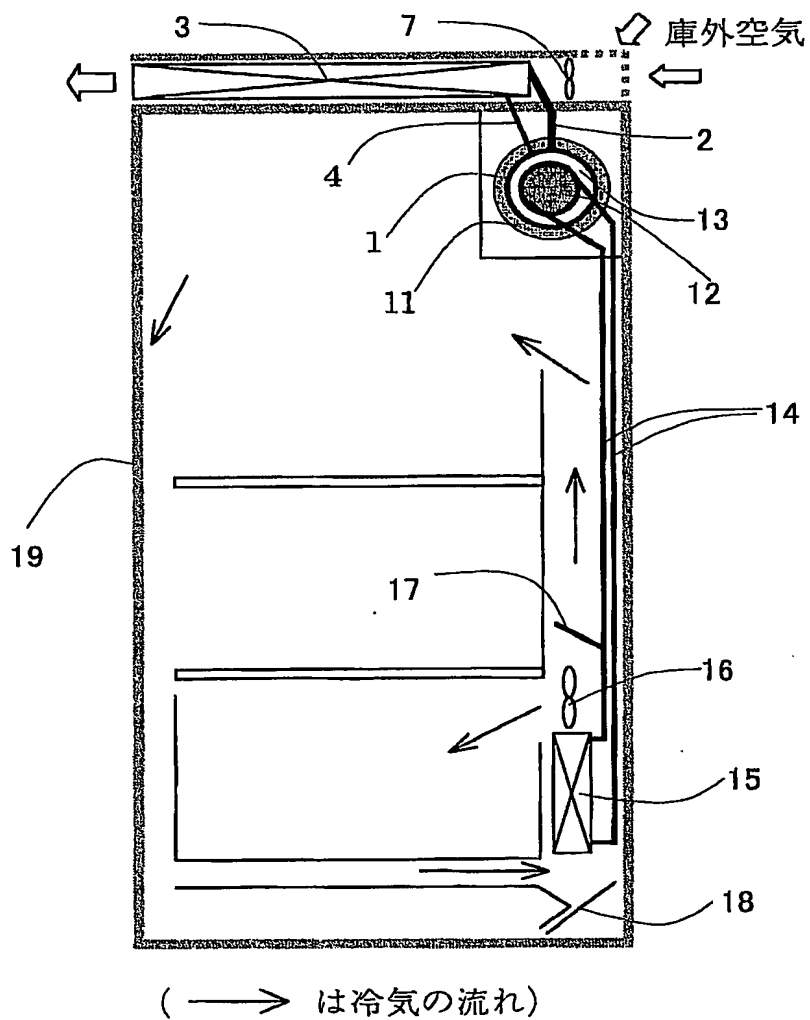


FIG.4

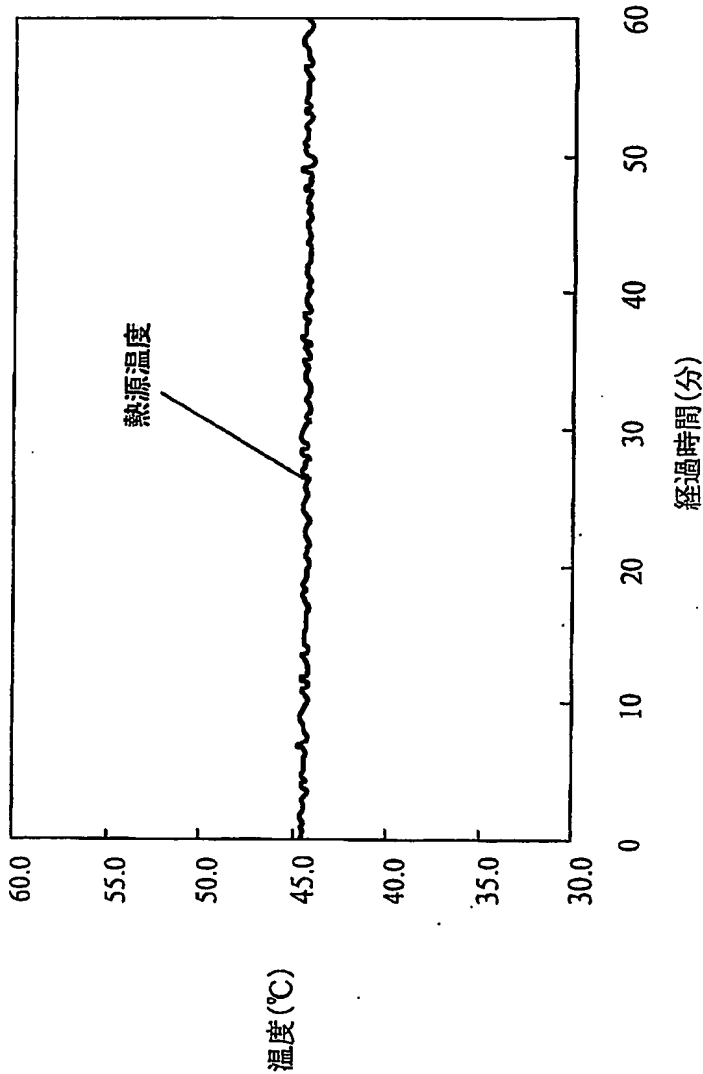


FIG.5

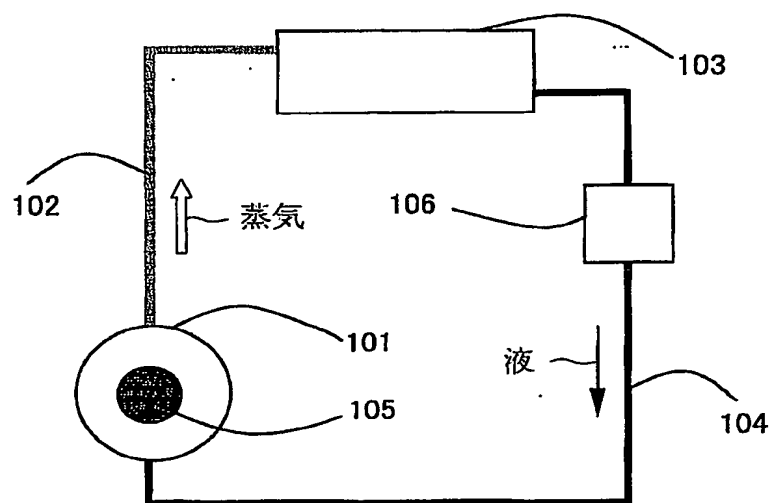


FIG.6

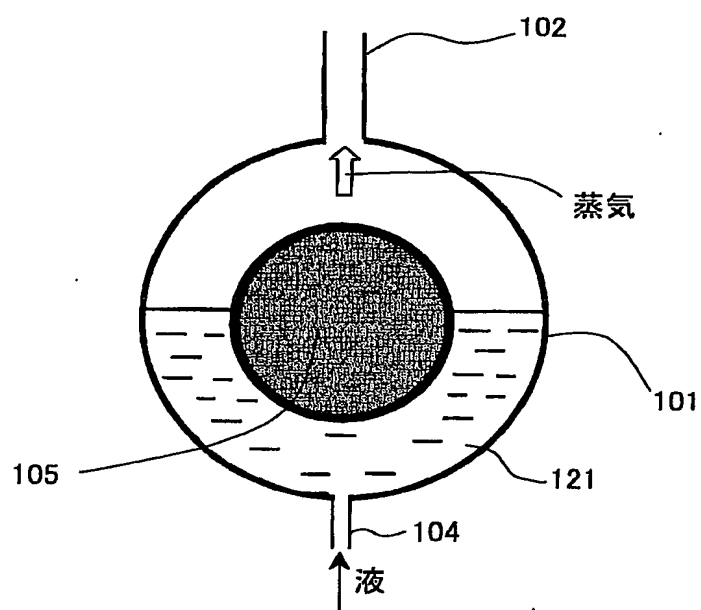
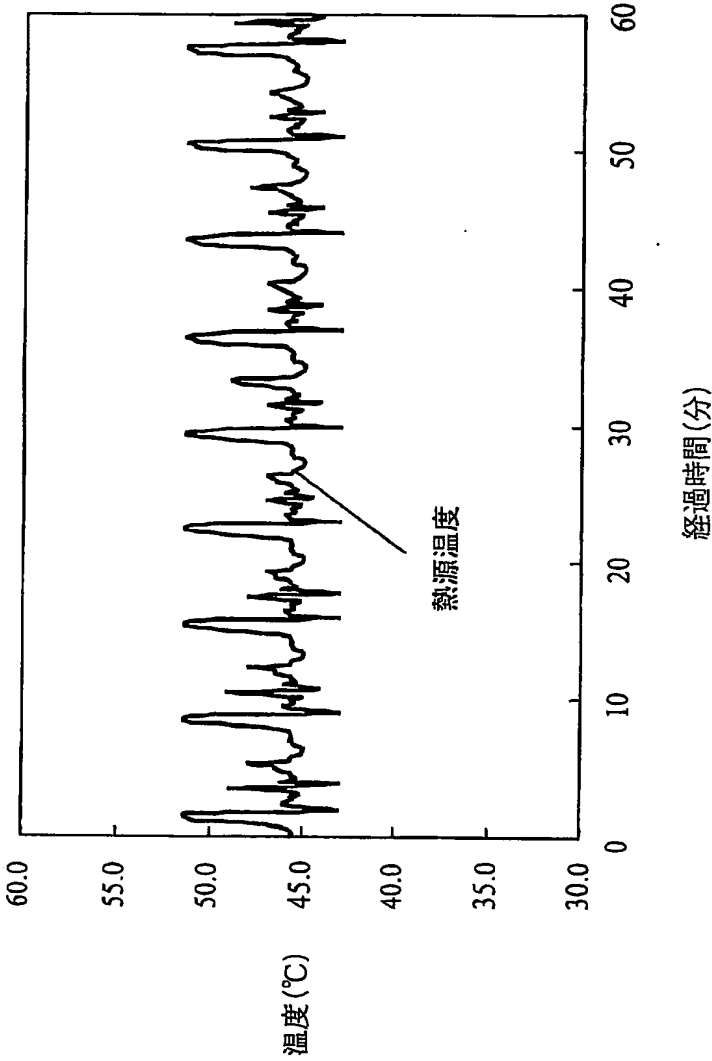


FIG.7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/04399

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ F28D15/02, F25D11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl.⁷ F28D15/02, F25D11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| Y A | WO 02/16842 A1 (Sharp Corp.), 28 February, 2002 (28.02.02), All pages & JP 2002-62021 A | 1, 3-9 2 |
| Y A | JP 2002-13885 A (Tsuinbado Kogyo Kabushiki Kaisha), 18 January, 2002 (18.01.02), All pages (Family: none) | 1, 3-9 2 |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 July, 2003 (18.07.03)

Date of mailing of the international search report
05 August, 2003 (05.08.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/04399

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| Y A | CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 64551/1993 (Laid-open No. 32456/1995) (Fujikura Ltd.), 16 June, 1995 (16.06.95), All pages (Family: none) | 1, 3-9 2 |

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ F 2 8 D 1 5 / 0 2, F 2 5 D 1 1 / 0 0

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ F 2 8 D 1 5 / 0 2, F 2 5 D 1 1 / 0 0

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2003年

日本国登録実用新案公報 1994-2003年

日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|---|------------------|
| Y A | WO 02 / 1 6 8 4 2 A 1 (シャープ株式会社) 2002. 0 2. 28, 全頁 & J P 2002-62021 A | 1, 3-9 2 |
| Y A | J P 2002-13885 A (ツインバード工業株式会社) 2 002. 01. 18, 全頁 (ファミリーなし) | 1, 3-9 2 |
| Y A | 日本国実用新案登録出願5-64551号 (日本国実用新案登録出 願公開7-32456号) の願書に添付した明細書及び図面の内容 を記録したCD-ROM (株式会社フジクラ) 1995. 06. 1 6, 全頁 (ファミリーなし) | 1, 3-9 2 |

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18. 07. 03

国際調査報告の発送日

05.03.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA / JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

長崎 洋一

3M

8610

電話番号 03-3581-1101 内線 3377